



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

“Efecto de superdosis de fitasa sobre el desempeño productivo de cerdas reproductoras y su progenie durante la segunda mitad de la gestación”

Trabajo de titulación previo a la
obtención del título de Médico
Veterinario Zootecnista

Autor:

Víctor Alfredo Orellana Yanza

C.I: 0107419525

Director:

Dr. Diego Fernando Rodríguez Saldaña Mg.

C.I: 0103839308

Cuenca, Ecuador

09-septiembre-2019



I. RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la inclusión de superdosis de fitasa bacteriana en la dieta de cerdas multíparas durante la segunda mitad de la gestación y su efecto sobre el comportamiento productivo y reproductivo. Se empearon un total 20 animales, distribuidas en dos grupos de 10 cerdas con peso de 224 ± 4 kg, todas de segundo y tercer parto. Los tratamientos en estudio fueron: T1) Control: dieta basal más 800 FTU/Kg/alimento y T2) Superdosis: dieta basal más 1.600 FTU/Kg/alimento. Mediante la prueba estadística T de Student, se evaluó, consumo de alimento, ganancia de peso, grasa dorsal, numero de lechos nacidos vivos y muertos, peso al nacer y el nivel de hemoglobina. Las variables, consumo de alimento, ganancia de peso, grasa dorsal no mostraron diferencias ($P>0,05$); el índice de conversión en el último tercio de gestación fue mejor en el T2 (2,38). Los lechones nacidos vivos, momificados, peso al nacer y la biomasa total no presentaron diferencias ($P>0,05$). Los niveles de hematocrito en lechones no expresaron diferencias ($P>0,05$) y en el calostro hubo un aumento ($P<0.05$) de solidos totales en los animales de T2 (29,6) con respecto a los demás. Se concluye que el empleo de fitasas de origen bacteriano en la dieta de cerdas gestantes durante el último tercio de la gestación mejora ganancia de peso, la viabilidad de los lechones y tiene efecto positivo sobre los sólidos totales del calostro.

Palabras clave: Comportamiento productivo. Parámetros reproductivos. Salud. Cerda multípara.



II. ABSTRACT

With the objective of evaluating the inclusion of bacterial phytase superdose in the diet of multiparous sows during the second half of pregnancy and its effect on productive and reproductive behavior. A total of 20 animals were used, distributed in two groups of 10 sows weighing 224 ± 4 kg, all of second and third birth. The treatments under study were: T1) Control: basal diet plus 800 FTU / Kg / food and T2) Superdose: basal diet plus 1,600 FTU / Kg / food. By means of the Student's T-test, food consumption, weight gain, dorsal fat, number of live and dead born beds, birth weight and hemoglobin level were evaluated. The variables, food consumption, weight gain, back fat showed no differences ($P > 0.05$); the conversion rate in the last third of pregnancy was better in T2 (2.38). Piglets born alive, mummified, birth weight and total biomass did not show differences ($P > 0.05$). Hematocrit levels in piglets did not express differences ($P > 0.05$) and in colostrum there was an increase ($P < 0.05$) of total solids in T2 animals (29.6) with respect to the others. It is concluded that the use of phytases of bacterial origin in the diet of pregnant sows during the last third of gestation improves weight gain, the viability of piglets and has a positive effect on total colostrum solids.

Keywords: Productive behavior. Reproductive parameters. Health. Multiparous sow.



III. ÍNDICE DE CONTENIDO

I. RESUMEN.....	2
II. ABSTRACT	3
III. ÍNDICE DE CONTENIDO	4
IV. ÍNDICE DE TABLAS.....	7
V. ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
VI. ÍNDICE DE ANEXOS.....	9
VII. DEDICATORIA	12
VIII. AGRADECIMIENTO	13
ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA	14
1. INTRODUCCIÓN	15
2. OBJETIVOS.....	17
2.1. Objetivo General.....	17
2.2. Objetivos Específicos	17
2.3. Hipótesis	17
3. REVISIÓN DE LITERATURA	18
3.1. Generalidades	18
3.2. Importancia del fósforo en la nutrición de la cerda	19
3.3. Efecto del sustrato fitato en la dieta de cerdos	20
3.4. Uso de la enzima fitasa en la nutrición de cerdas	21
3.5. Inclusión de fitasas exógenas y su efecto en la dieta para cerdos.....	22
3.6. Factores a tener en cuenta de una fitasa exógena.....	22
3.7. Factores a tomar en cuenta en la actividad de las fitasas.....	23
3.8. Inclusión de superdosis de fitasa en la dieta de cerdos	24
3.9. Fisiología de la lactancia y Composición química del calostro	25
4. MATERIALES Y MÉTODOS	27
4.1. Área de Estudio	27



4.2. Metodología	27
4.2.1. Factores en estudio	27
4.2.2. Tratamientos	27
4.2.3. Unidades experimentales y Selección de animales	28
4.2.4. Alojamiento.	28
4.2.5. Alimento.....	28
4.3. Toma de datos y métodos empleados	29
4.3.1. Peso corporal	29
4.3.2. Consumo de Alimento	29
4.3.3. Manejo del lechón.....	30
4.3.4. Variables evaluadas.....	30
4.3.5. Índice de Conversión	30
4.3.6. Espesor de Grasa Dorsal	31
4.3.7. Condición Corporal	31
4.3.8. Parámetros Reproductivos	32
4.3.9. Recolección de Calostro	32
4.3.10. Variables Sanguíneas	33
4.3.11. Recuperación de Enzimas	33
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
5.1. Peso Corporal y Ganancia de Peso.....	34
5.2. Consumo de Alimento e Índice de Conversión	35
5.3. Espesor de la Grasa Dorsal.....	36
5.4. Condición Corporal y Días de Gestación	36
5.5. Parámetros reproductivos.....	37
5.6. Análisis de Calostro	39
5.7. Variables Sanguíneas	40
6. CONCLUSIONES.....	42



7. RECOMENDACIONES.....	43
8. BIBLIOGRAFÍA.....	44
9. ANEXOS	52



IV. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Causas de Eliminación de Cerdas	18
Tabla 2. Promedio y rango de concentraciones reportadas de componentes principales del calostro de la cerda.....	26
Tabla 3. Requerimiento Nutricional de Cerdas en Gestación.....	29
Tabla 4: Programa de alimentación general	30
Tabla 5: Valores hematológicos normales y anémicos en lechones	33
Tabla 6. Efecto de la superdosis de fitasa sobre el peso corporal de la cerda (Kg)	34
Tabla 7. Efecto de la superdosis de fitasa sobre el consumo de alimento e índice de conversión en la cerda.....	35
Tabla 8. Efecto de la superdosis de fitasa sobre el nivel de grasa dorsal de la cerda	36
Tabla 9. Efecto de la superdosis de fitasa sobre la condición corporal y los días de gestación.....	37
Tabla 10. Efecto de la superdosis de fitasa sobre el número de lechones vivos, muertos, momias y descarte	37
Tabla 11. Efecto de la superdosis de fitasa sobre el peso al nacimiento de los lechones.....	38
Tabla 12. Efecto de la superdosis de fitasa sobre la composición química del calostro de la cerda.....	39
Tabla 13. Efecto de la superdosis de fitasa sobre el hematocrito de lechones al segundo día de nacidos.....	41
Tabla 14. Efecto de la superdosis de fitasa sobre el hematocrito de las cerdas después del parto	41



V. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Escisión del fosfato pasó a paso desde IP6 hasta IP1.	21
Figura 2. Ubicación satelital de la Granja “PorciGran”	27
Figura 3. Parte dorsal de la cerda y la relación a la ubicación del punto P2.	31
Figura 4: Condición corporal de las cerdas	32



VI. ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Matriz nutricional de la enzima utilizada	52
Anexo 2: Ecografía de cerdas en el área de gestación.....	53
Anexo 3: Control de peso de las unidades experimentales.....	54
Anexo 4: Registro de campo de las Variables de Producción	55
Anexo 5: Control del nivel de grasa dorsal	56
Anexo 6: Evaluación de la CC en las unidades experimentales	57
Anexo 7: Registro de campo de las Variables de Reproducción	58
Anexo 8: Actividades realizadas durante el parto.....	59
Anexo 9: Toma de muestras de Leche.....	60
Anexo 10: Reporte de resultados de análisis de leche	61
Anexo 11: Toma de muestras de sangre en lechones.....	64
Anexo 12: Análisis de Recuperación de Fitasa	65

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio
Institucional

Víctor Alfredo Orellana Yanza, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Efecto de superdosis de fitasa sobre el desempeño productivo de cerdas reproductoras y su progenie durante la segunda mitad de la gestación", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 09 de septiembre del 2019



Víctor Alfredo Orellana Yanza
C.I.: 0107419525

Cláusula de Propiedad Intelectual

Víctor Alfredo Orellana Yanza, autor del trabajo de titulación "Efecto de superdosis de fitasa sobre el desempeño productivo de cerdas reproductoras y su progenie durante la segunda mitad de la gestación", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad del autor.

Cuenca, 09 de septiembre del 2019



Víctor Alfredo Orellana Yanza
C.I.: 0107419525



VII. DEDICATORIA

Para mi mamá y mis hermanos Silvia, Marcelo, Sonia y Patricia, que siempre han sido el pilar fundamental a lo largo de mi carrera universitaria y de los cuales siempre obtuve su apoyo incondicional.

A mi director Dr. Diego Rodríguez, por haberme brindado el espacio y la oportunidad de realizar esta tesis, sobre todo por su paciencia, motivación, constancia y apoyo incondicional para culminar este trabajo.



VIII. AGRADECIMIENTO

A la empresa BalGran. Cia.Ltda y PorciGran, entidades que me supieron abrir las puertas para el desarrollo de esta tesis y por ser parte principal en el financiamiento de la misma, Gracias Dr. Guido Rodríguez.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y todos sus docentes quienes siempre me supieron infundir sus conocimientos para desempeñarme en la vida profesional, de igual forma a mis compañeros de clase que conocí a lo largo de la carrera y ahora se convirtieron en amigos y colegas, en especial: Estefanía F, Noelia L, Marcela I, Verónica C, Verónica W, Carolina B, que durante toda la vida universitaria me supieron apoyar y han contribuido para el logro de mis objetivos.

Al tribunal, por sus comentarios y sugerencias a lo largo del desarrollo de este trabajo.

Profundamente agradecido.



ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA

FAN: Factor Antinutricional

FTUs: Unidades de fitasa necesarias para liberar 1 μmol de fósforo inorgánico.

IC: Índice de conversión

CC: Condición Corporal

TDGS: Tracto digestivo superior

VCM: Volumen corpuscular medio

H: humedad

ST: sólidos totales

SNG: sólidos no grasos

PC: proteína cruda

G: grasa

D: densidad



1. INTRODUCCIÓN

La utilización de enzimas exógenas en la nutrición de animales monogástricos entre ellos los cerdos, se realiza con el propósito de implementar técnicas de tratamientos de cereales (pasta de soya) para optimizar la liberación de nutrientes (Humer, Schwarz, y Schedle, 2015), mediante la reducción el efecto negativo de los FAN¹ (Rodehutschord, 2009), que mejora la biodisponibilidad de los nutrimentos. La adición de fitasa en la dieta ayuda a liberar el fósforo y otros residuos de minerales presentes en alimentos de origen vegetal, con lo cual permite incrementar la digestibilidad aparente total del fósforo hasta un 24% para animales monogástricos y reduce la secreción de fósforo fecal en un 50%, situación que permite que el aporte externo de fosforo inorgánico en la dieta de cerdos sea menor (Baidoo, Yang, y Walker, 2003).

Guggenbuhl, Calvo, y Fru, (2016) reportaron que los niveles altos de inclusión de fitasa en la dieta aumenta la degradación del fitato en el tracto digestivo superior de los cerdos e incrementa el *myo-inositol* a nivel plasmático, lo que permite cubrir las necesidades biológicas en estos animales (mantenimiento, crecimiento fetal, desarrollo mamario, producción de calostro y mantenimiento) (Moreno y Martínez, 2002; Barrera Sandoval, 2017). La inclusión de fitasa en la dieta basal de las cerdas gestantes podría regular el balance alimentario, sobre todo en la etapa de transición (último tercio de la gestación y primera semana de lactancia) con lo cual disminuyen los problemas característicos de esta etapa, como es el síndrome de hipofagia periparto presente en cerdas multíparas e investigaciones realizadas por Cools y col., (2013), determinan que esta problemática se caracteriza por elevada mortalidad de lechones y disminución en la producción de leche, debido a que la cerda presenta resistencia progresiva y reversible a la insulina en esta etapa lo que genera hiperglucemia persistente llevando al menor consumo de alimento y movilización de reservas corporales (triglicéridos) para ser utilizados como fuente de energía (Barrera Sandoval, 2017).

¹ FAN (factores antinutricionales): sustancias naturales no fibrosas de naturaleza bioquímica variada que afectan el valor nutricional de los alimentos y la asimilación de nutrientes (Elizalde, Porrilla, y Chaparro, 2009).



El fósforo liberado del fitato o ácido fítico es un nutriente de gran importancia durante la gestación y lactancia, por lo que permite mantener un adecuado desarrollo fetal, salud e integridad ósea de los cerdos (Baidoo, Yang, y Walker, 2003). El requerimiento de fósforo durante la gestación es variable (menor en la gestación temprana, mayor durante la lactancia y en la gestación tardía aumenta de forma paulatina) (Young *et al.*, 2014). El fósforo presente en materias primas de origen vegetal se caracteriza por su baja digestibilidad (20% - 40%) debido a que se encuentra secuestrado en forma de fitato (fósforo fítico), situación que incrementa los niveles de fósforo secretado en heces; escenario que permite realizar estudios para mejorar la digestibilidad y disminuir la secreción de fosforo y otros minerales por parte de los animales

Todo lo anterior, permitió que el presente trabajo evalué el potencial nutricional que brinda la adición de fitasas de origen bacteriano en la nutrición de cerdas multíparas y el efecto sobre los parámetros productivos y reproductivos, salud de los animales (HB) y composición química del calostro, con la finalidad de obtener una producción sostenible al disminuir los costos producción.



2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de la superdosis de fitasa, sobre el desempeño reproductivo y productivo en cerdas gestantes durante la segunda mitad de la gestación.

2.2. Objetivos Específicos

- Determinar la relación entre las concentraciones de la enzima fitasa (OptiPhos®) en la dieta, con el depósito de grasa dorsal durante la segunda mitad de la gestación.
- Determinar la relación entre el nivel de la grasa dorsal al parto con el número total de lechones nacidos (vivos, muertos y momificados) y el peso de los lechones al nacimiento.
- Determinar la relación entre las concentraciones de la enzima en la dieta, con el nivel de hemoglobina de los lechones al segundo día de nacidos.
- Determinar la relación entre las concentraciones de la enzima en la dieta, con la densidad, sólidos totales, grasa, proteína, cenizas, calcio y fósforo de la leche, obtenida al momento del parto.

2.3. Hipótesis

Ha: La aplicación de superdosis de fitasa bacteriana (OptiPhos®) en el alimento durante la fase de gestación, mejora la viabilidad y el peso al nacimiento de los lechones y la productividad en cerdas reproductoras.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Generalidades

La producción porcina se considerada como la segunda actividad pecuaria a nivel mundial, seguido de pollo de engorde (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación [FAO], 2019), situación que lleva a los productores a mejorar el manejo nutricional, reproductivo y la alimentación de los cerdos, con el propósito de mejorar los parámetros reproductivos y evitar descartes tempranos de cerdas. La mayoría de estos casos se explican por deficiencias nutricionales en la etapa de gestación, lo anterior afecta de forma directa sobre los parámetros productivos y reproductivos, incluso pueden expresarse en ciclos reproductivos subsiguientes, lo cual podría acelerar los problemas de descarte en estas especies (Tabla 1).

Tabla 1. Causas de Eliminación de Cerdas

Categoría de Eliminación	%
Fallas en la reproducción	32,1
Cerdas viejas	20,3
Trastornos locomotores	14,5
Baja Productividad	10,5
Condición corporal	9
Enfermedades	6,5
Otros	7,1

Fuente. (Durán y Rico, 2013)

Estudios recomiendan que el suministro de la ración para cerdas en la etapa de gestación comprenda entre 2.5 – 3 kg/día, asimismo, estas contengan las siguientes características: 12% de proteína cruda y de 2.9 Mcal de EM/Kg/alimento (Goñi, Bártoli, Cáceres, y Gianfelicci, 2006).

Debido a los requerimientos nutricionales de las cerdas gestantes y con la finalidad de maximizar la eficiencia de alimentación para obtener un ingreso económico superior mediante el ahorro en formulación, en la actualidad se incorpora en las dietas de cerdos las enzimas fitasas de origen bacteriano, cuya característica es catalizar la hidrólisis del fitato de tal manera que la



disponibilidad del P, Ca, aminoácidos (lisina, metionina, valina, leucina, isoleucina, histidina, arginina) y energía aumentan (Humer y col., 2015). En primera instancia, el uso de fitasas de origen bacteriano permite reducir el nivel de fósforo inorgánico en las dietas, en consecuencia el costo de la dieta disminuye al igual que la excreción del fósforo al ambiente (Patience y col., 2015).

En estudios realizados por Con y col., (2007) concluyen que establecer una estrategia de manejo y alimentación en base a la etapa del estado fisiológico y condición corporal ayuda a optimizar la longevidad y el comportamiento reproductivo e impedir que exista un desgaste excesivo de las reservas corporales en cerdas de primer y segundo parto.

3.2. Importancia del fósforo en la nutrición de la cerda

Las fuentes de fósforo en el ambiente son finitas y la suplementación en la dieta constituye un factor de costo apreciable, las dietas comerciales para cerdos necesitan de fuentes minerales de fósforo (fosfato monocálcico o dicálcico) pero estas aumentan la concentración del fosforo en las excretas lo que ocasiona problemas ambientales como eutrofización de aguas superficiales y agotamiento de las fuentes de fósforo inorgánico (Zeller, Schollenberger, Kühn, y Rodehutschord, 2015).

El fósforo está presente en forma fítica o no fítica en materias primas de origen vegetal (Jondreville y Dourmad, 2005), y es considerado un nutriente esencial para el crecimiento de los animales por participar en funciones de mineralización del esqueleto, regulación de enzimas en el metabolismo celular, función tampón intracelular para el equilibrio ácido-alcalino, necesario para la síntesis de proteínas y como factor importante del metabolismo energético al formar parte estructural de la molécula energética ATP (López, 2008).

En investigaciones realizadas por Bikker y Blok., (2017) concluyen que para una mayor eficiencia de utilización del fósforo en la dieta de cerdas reproductoras, es necesario realizar una estimación del fósforo a administrar, basándose en los requisitos de mantenimiento, retención de fósforo en el cuerpo y los productos de concepción, excreción de fósforo en la leche y la eficiencia con la cual el

fósforo digerible se usa en estos procesos, para llegar a una estrategia de alimentación adecuada y reducir las emisiones de dicho compuesto.

En una revisión realizada por She, Li, y Zhang., (2017), comprueban que los factores dietéticos (niveles de Ca-P) o el ácido fítico afectan el contenido de fósforo disponible en el alimento, lo que genera una disponibilidad de fósforo nula para cerdos, debido al insuficiente aporte por parte de las materias primas de origen vegetal, donde el 50% - 70% del fosforo está ligado al ácido fítico catalogándolo como fósforo no disponible.

En un estudio realizado por Jondreville y Dourmad., (2005), indican que la necesidad de fósforo en los dos primeros tercios de gestación es de 6.7 g/día necesarios para el mantenimiento y crecimiento de la cerda y durante el último tercio esta necesidad aumenta a 8.6 g/día debido al desarrollo de los productos de concepción en cerdas prolíficas que dan de 10 -18 lechones con un peso de 1.4 Kg al nacimiento.

3.3. Efecto del sustrato fitato en la dieta de cerdos

El Ácido fítico también conocido como fitina, fitato o IP6 (inositol hexafosfato), es un antioxidante natural que se encuentra principalmente en cereales y materias primas de origen vegetal (pasta de soya), es una molécula polianiónica que posee seis grupos fosfato que se encuentran esterificados de forma secuencial al *myo-inositol* (dos Santos, Srinongkote, Bedford, y Walk, 2012), en estos alimentos el 50-70% del fósforo no está disponible y no puede ser metabolizado por las enzimas endógenas en monogástricos entre los cuales se menciona los cerdos (She, Li, y Zhang., 2017; Sánchez T y col., 2011).

El ácido fítico es considerado como el componente antinutricional que a nivel del sistema digestivo superior tiene la capacidad de unirse a diferentes minerales u oligoelementos que tiene un poder quelante de cationes con carga positiva como el Ca^{2+} , Fe^{3+} , Zn^{2+} , Mg, K y Mn^{2+} , para formar sales conocidas como fitatos (Alberto Quiles, 2002), los cuales comprometen la digestibilidad, solubilidad y absorción de nutrientes como: proteínas, almidón y lípidos, además, aumentan la secreción de aminoácidos endógenos (lisina, metionina) y reducen la eficacia de las enzimas digestivas como pepsina, α -amilasa y lipasa (Humer y col., 2015; Laird, Kühn, Wilcock, y Miller, 2016), dando como consecuencia un menor aporte

de nutrientes esenciales (proteína, energía, aa y fósforo) para el desarrollo de la cerda y menor disponibilidad energética necesaria para el mantenimiento y desarrollo de los lechones (Cowieson y col., 2017).

3.4. Uso de la enzima fitasa en la nutrición de cerdas

La enzima fitasa (myo-inositol hexafosfato fosfohidrolasa) cataliza la eliminación por etapas de los fosfatos del ácido fítico, con lo cual consigue fosfato inorgánico como producto principal (Figura 1), esteres fosfóricos y *myo-inositol* contenido en los insumos vegetales, de esta forma la concentración de fósforo en la excreta disminuye (Lei, Weaver, Mullaney, Ullah, y Azain, 2013). La fitasa se caracteriza por exhibir propiedades enzimáticas importantes, tales como pH ácido amplio (3.5-7.5), estabilidad térmica, eficiencia catalítica, resistencia a la proteólisis, especificidad de sustrato, tolerancia a la pepsina (Greiner, 2017).

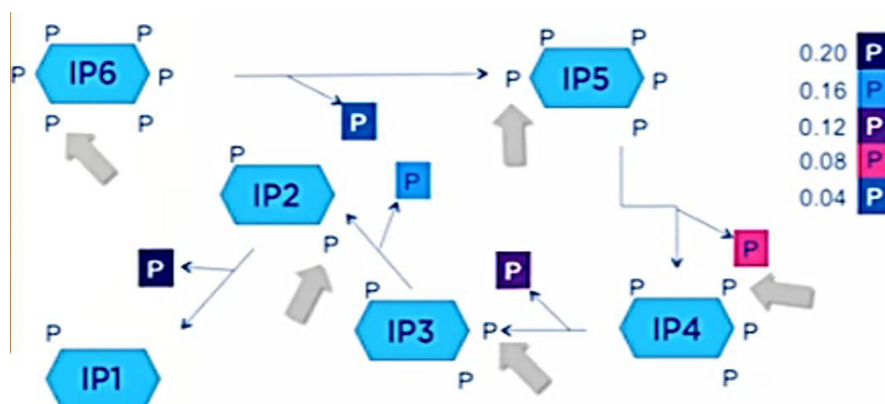


Figura 1. Escisión del fosfato pasó a paso desde IP6 hasta IP1.

Fuente. Bedford (2016)

Los animales monogástricos tienen una baja actividad de fitasa en el tracto digestivo, lo que ocasiona que el fósforo unido a fitato no pueda ser utilizado, convirtiendo a la fitasa microbiana exógena una estrategia nutricional para la formulación de la dieta y tiene como función aumentar la biodisponibilidad del fósforo y mejorar la absorción de minerales (Ravindran, Morel, Partridge, Hruby, y Sands, 2006), de esta manera la fitasa permite al organismo absorber y asimilar minerales como el calcio, magnesio y hierro, incrementar la concentración de fósforo, almidón y mioinositol plasmático (producto final de la degradación del fitato), favoreciendo el desarrollo de los cerdos. Se debe considerar que una buena actividad de fitasa depende de varios factores como, concentración del

sustrato para la enzima en la dieta, nivel de fitasa añadida y propiedades intrínsecas de la enzima; lineamientos que ayudan a una dosificación adecuada de fitasa en la dieta.

3.5. Inclusión de fitasas exógenas y su efecto en la dieta para cerdos

La tasa actual de inclusión de fitasa en las dietas de cerdos y aves de corral es de aproximadamente el 70% ya que la fitasa dietética libera el fósforo fítico; se estima que 300 – 600 FTU²/Kg de alimento, liberan aproximadamente 0.8 g de fósforo digerible lo cual permite remplazar de 1 – 1,3 g de fosfato (monocálcico o dicálcico) y mejorar la digestibilidad del Ca en dietas experimentales hasta el 70 – 80% (Lei y col., 2013).

Investigaciones realizadas por Madrid, Martínez, López, y Hernández, (2013), señalan que utilizar dietas suplementadas con 500 FTU/Kg de fitasa microbiana resulta en una mayor digestibilidad (P, Ca, Mg, y Cu) y retención (P y Cu), lo que representa una disminución en la excreción al ambiente de hasta un 39% de P y 33% de Cu, como consecuencia los niveles de fósforo inorgánico se incrementan en el plasma, favoreciendo a la mineralización de los huesos, fertilidad y crecimiento.

En un estudio realizado por Holloway, (2016), concluye que agregar fitasa en la dieta de monogástricos como cerdos y aves mejora la digestibilidad del; fósforo, aminoácidos y minerales efecto altamente deseable desde el punto de vista ambiental porque disminuye su excreción en las heces; sin embargo, se debe mantener una relación estrecha de Ca-P en presencia de fitasa, debido a la propensión del Ca a quelarse con el fitato y formar complejos más estables que hace que los enlaces de fosfato sean menos accesibles para la hidrólisis.

3.6. Factores a tener en cuenta de una fitasa exógena

Debido a la inestabilidad de la hidrólisis del fitato, múltiples investigaciones coinciden que una fitasa debe cumplir características especiales como:

² FTU: Unidades de actividad fitásica necesarias para liberar 1 μ mol de fósforo inorgánico por minuto a un pH de 5,5 a 37° C.



- Capacidad de hidrolizar el fósforo fítico en el TDGS de animales monogástricos, ya que la mayor actividad de fitasa se da en el estómago (40-50%) y en el intestino delgado superior (16-31%), debido a que la fitasa requiere de un pH ácido.
- Capacidad de resistencia a temperaturas de entre 65-80°C; porque muchas fitasas al ser adicionadas en la formulación de la dieta al final pasan por un proceso de peletizado o incluso extrusión.
- Costos de producción bajos (Lei y col., 2013).

De igual forma una fitasa ideal debe expresar propiedades enzimáticas importantes, tales como pH ácido amplio, eficiencia catalítica, resistencia a la proteólisis, especificidad de sustrato y tolerancia a la pepsina (Greiner., 2017).

3.7. Factores a tomar en cuenta en la actividad de las fitasas

Los factores que influyen interactivamente en la eficacia de las fitasas microbianas entre los más destacables de acuerdo con una serie de publicaciones (Quiles, 2002; Selle y Ravindran, 2008; Selle y col, 2009; Cowieson y col, 2016) son:

- Fabricación del alimento balanceado: al obtener la dieta se rompe o tritura la materia prima (semillas) acción que permite el contacto entre fitatos y fitasas situación que favorece la hidrólisis del ácido fítico.
- Proceso de peletización o extrusión: si la temperatura supera los 80° C, se provoca la desnaturalización de la enzima, en este sentido es recomendable aplicar fitasas microbianas de origen bacteriano en forma líquida después del tratamiento térmico.
- Almacenamiento de la fitasa: la temperatura ideal es de 4° C y a mayor tiempo de almacenamiento se pierde la actividad de la enzima.
- Nivel de calcio en la dieta: concentraciones elevadas de calcio provocan inactividad de la fitasa, al formar complejos calcio-fitato muy estables e insolubles, que tienen impacto negativo en la eficacia de la fitasa exógena.
- Solubilidad del fitato en el intestino: determina la susceptibilidad del sustrato a la hidrólisis de la fitasa
- Nivel de enzimas endógenas producidas por el animal: en cerdos y aves jóvenes el sistema enzimático no se encuentra bien desarrollado motivo por

el cual es necesario la adición de enzimas exógenas para mejorar la digestibilidad.

- Presencia de ácidos orgánicos: la presencia de ácidos orgánicos (fórmico, láctico o cítrico) favorece la acción de las fitasas porque origina un pH estomacal <5 favorable para las enzimas.
- Proceso fisiológico digestivo del cerdo y pH intestinal: mientras mayor tiempo permanezca el alimento en el estómago mayor eficacia de la fitasa y a medida que el pH es relativamente bajo ($\text{pH}<5$) el fitato es más soluble y susceptible a la hidrólisis enzimática.
- Nivel de fitato en la dieta y la solubilidad: cuanto más soluble mayor actuación tendrá las fitasas, dependiente de la concentración y fuente.
- Tipo de alimentación y nivel de inclusión de fitasas: alimentación líquida o húmeda fermentada aumenta la eficacia de las fitasas reduciendo la presencia de fitatos y los niveles elevados de fitasa en dietas con altas concentraciones de fitatos es de particular ayuda.

3.8. Inclusión de superdosis de fitasa en la dieta de cerdos

La utilización de enzimas fitasas exógenas en la dieta de cerdos se realiza con el propósito de reducir la excreción de fósforo al medio ambiente, mejorar la digestibilidad de nutrientes y minimizar los costos de producción, por estos beneficios las enzimas fitasas se consideran un aditivo zootécnico a ser empleadas en grandes explotaciones pecuarias (Holloway, 2016).

La superdosis de fitasa se refiere a la inclusión de esta enzima en la dieta a tasas superiores a la dosis estándar 500 FTU/Kg/alimento tres a cuatro veces más (Cowieson, Bedford, y Wyatt, 2013), con la finalidad de degradar completamente el fitato soluble de la dieta y eliminar su efecto anti-nutritivo, por prevenir la acumulación de esteres de fitato inferior (IP4 e IP3), que conservan el efecto antinutricional y mantienen la capacidad de quelar minerales, proteínas, almidón a nivel del intestino (Langbein y col., 2013).

Estudios realizados por Cowieson y col., (2017) menciona que la inclusión entre 500 a 1500 FTU/Kg/alimento, pueden lograr una mayor solubilidad de los esteres de fitato efecto que permite incrementar los niveles de fosforo disponible en la dieta. En una investigación realizada por Jang y col., (2014), concluyen que

suplementar fitasa a la mitad de la gestación aumenta la digestibilidad del fósforo y Ca, situación que permite mejorar la integridad ósea y aumentar el peso de la camada al nacimiento o destete.

Una investigación realizada en cerdos en crecimiento por Patience y col., (2015), reportan la utilización de una superdosis de 2500 FTU Quantum Blue® y llegan a la conclusión que este nivel de adición de fitasa permite a los productores mejorar el rendimiento de los cerdos en crecimiento, sin aumentar la ingesta de alimento y permite reducir los costos de formulación de la dieta. De esta forma los niveles superiores a los estándares de fitasa establecidos, mejoran los efectos extrafosfóricos (mejor digestibilidad de nutrientes, liberación adicional de minerales y *myo-inositol*).

La eficiencia de degradación del fitato con la sobredosis de fitasa no está bien descrita en cerdas reproductoras, ni se ha estudiado a profundidad los efectos de la sobredosis a nivel de características productivas y reproductivas (Cordero y Doeschate, 2016).

3.9. Fisiología de la lactancia y Composición química del calostro

La glándula mamaria se desarrolla durante la gestación y la lactancia; un desarrollo significativo se observa durante el último tercio de la gestación en el que experimenta una rápida morfogénesis y expansión de tejido parenquimatoso, debido al inicio de la etapa temprana de lactogénesis y calostrogénesis (Zhao y col., 2013)

La lactogénesis es el proceso mediante el cual los componentes del calostro (Tabla 2) y la leche se crean en los alveolos de las glándulas mamarias y luego se secretan, la producción de calostro y leche en la cerda desempeña un papel importante para garantizar la supervivencia y crecimiento del lechón días posteriores al nacimiento, porque garantiza un óptimo estado de salud y crecimiento hasta la época de destete (Poonsuk y Zimmerman, 2018), pero se ha demostrado que del 35 – 55% de cerdas hiperprolíficas no alcanzan una producción óptima de leche para el desarrollo adecuado de sus camadas (Machado, Otto, Bernardi, Wentz, y Bortolozzo, 2016) y como medida auxiliar de manejo para el lechón se suplementa leche en su nutrición logrando el aumento de peso al destete (Miller, Collins, Smits, Thomson, y Holyoake, 2012).

El calostro es un fluido secretado por la glándula mamaria que evolucionó rápidamente para ser sintetizado, secretado, ingerido y digerido por el lechón. Es un fluido con alto valor nutritivo y alto aporte de anticuerpos como fuente de inmunidad materna (Romero, 2015), contiene un mayor porcentaje de proteína y menor aporte de grasa y azúcar que la leche. La característica principal de este fluido excepcionalmente complejo es que entrega al neonato una fuente de energía fácilmente consumible y digerible, lípidos, aminoácidos, minerales, vitaminas y una gama de componentes biológicos (Hurley, 2015).

Tabla 2. Promedio y rango de concentraciones reportadas de componentes principales del calostro de la cerda

Calostro	Tiempo de Parto (h)					
	0	3 - 4	6	12	18	24
Sólidos Totales %						
Promedio	26,7	28,1	23,8	20,1	18,4	20,1
Rango	24,0-30,2	26,7-28,9	21,8-26,6	18,4-21,6	17,7-19,4	17,2-23,4
Estudio	12	3	4	4	2	11
Proteína Total%						
Promedio	16,6	16,7	13,8	9,6	9,4	7,7
Rango	13,8-19,7	12,7-19,1	11,3-16,5	5,6-13,2	7,2-13,6	3,3-10,5
Estudio	14	4	6	5	3	13
Grasa %						
Promedio	6,4	6,1	5,9	5,9	6,4	8
Rango	4,9-10,9	5,5-7,3	4,8-7,8	4,9-7,2	5,2-7,0	5,6-11,6
Estudio	16	4	4	6	3	11
Lactosa %						
Promedio	2,8	2,7	3	3,6	4,1	3,9
Rango	2,4-3,2	2,4-3,2	2,6-3,2	3,3-4,1	3,9-4,4	3,6-4,3
Estudio	10	5	6	5	3	11
Ceniza %						
Promedio	0,68		0,63	0,64		0,67
Rango	0,54-0,7		0,61-0,68	0,63-0,66		0,61-0,68
Estudio	7		4 (3-6 h)	4 (8-14 h)		8
Energía KJ/g						
Promedio	6,7		6			5,7
Rango	5,5-8,3		5,2-6,7			4,6-6,4
Estudio	7		2 (4-6 h)			8

Adaptado: Hurley (2015)

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Área de Estudio



Figura 2. Ubicación satelital de la Granja “PorciGran”

Fuente. Directorio cartográfico de Google Maps, (2018).

Esta investigación se desarrolló en la granja de cerdos comercial “PorciGran” ubicada en la provincia del Guayas, cantón el Triunfo, recinto el Achote (Figura 3), se localiza en una altitud de 44 msnm, temperatura de 15° C - 34° C, con una pluviosidad promedio de 1000 mm anuales.

4.2. Metodología

4.2.1. Factores en estudio

Los factores en estudio corresponden a las dos dosis de fitasa que se observan en los tratamientos.

4.2.2. Tratamientos

T1 (**Control**): dieta basal con 800 FTU/Kg/alimento (Anexo 1).

T2 (**Superdosis**): dieta basal con 1600 FTU/Kg/alimento *on top*³.

³ *On top*. Se adiciona la enzima, sin tener en cuenta la liberación de nutrientes al momento de formular la dieta.



4.2.3. Unidades experimentales y Selección de animales

Se emparejaron un total 20 animales (Landrace x Large White) con 60 días de gestación la cual se confirmó mediante ecografía (FarmScan® M50) como se observa (Anexo 2), distribuidas en dos grupos de 10 cerdas con peso de 224 ± 4 kg, todas de segundo y tercer parto que registraban anteriormente un promedio de 11 lechones nacidos vivos.

4.2.4. Alojamiento.

Las cerdas fueron alojadas en jaulas individuales con piso de cemento de dimensión: 0.7 m de ancho x 2m de largo y 1m de alto a partir del día 60 hasta 90 de gestación. Desde el día 91 al 112 de gestación fueron ubicados en corrales de parto con una dimensión de 1.7m de ancho x 2.8m de largo; todos los corrales contenían bebedero de tipo tetina y área de comedero individual (50 x 30 cm²), finalmente se alojaron en jaulas de maternidad donde se atendió el parto.

4.2.5. Alimento

La dieta se formuló en base a maíz y pasta de soya en presentación pellet, el perfil nutricional de la dieta se adaptó para cerdas en etapa de gestación (Tabla 3) más la adición de la enzima fitasa de origen bacteriano y el nivel de incorporación fue de acuerdo con cada tratamiento.

Al inicio de este trabajo desde el día 60 al 90 se proporcionó a la cerda una ración de 2 Kg/dieta/día, siempre que la unidad experimental registre una condición corporal de 3. Concluido este periodo se sumó 0.5 Kg más de alimento a cada unidad experimental desde el día 91 al 100 y a partir del día 101 al parto se proporcionó a la cerda un total de 3 Kg/día/alimento, una sola vez al día y con acceso *ad libitum* de agua.

Tabla 3. Requerimiento Nutricional de Cerdas en Gestación

Nombre	Unidad	Valor
Materia Seca	%	88,019
Humedad	%	11,995
Proteína Cruda	%	13,25
Extracto Etéreo	%	4,302
Fibra Cruda	%	6,693
Extracto No Nitrogenado	%	57,684
Cenizas Totales	%	5,979
Lisina Total	%	0,749
Metionina Total	%	0,296
Cistina Total	%	0,235
Metionina + Cistina	%	0,532
Treonina Total	%	0,613
Triptófano Total	%	0,159
FDN	%	20,182
Calcio	%	0,8
Fósforo Total	%	0,504
Fósforo Fítico	%	0,278
Fósforo Disponible	%	0,4
Na Total	%	0,17
Cl	%	0,212
Na+K-Cl	meq/100 g	200,00
Colina Total	mg/Kg	920,52
E.M. Cerdos	Kcal/Kg	2.959,46

Fuente. Rostagno *et al.*, (2005)

4.3. Toma de datos y métodos empleados

4.3.1. Peso corporal

Cada unidad experimental fue pesada al inicio del experimento al día 60 con la ayuda de una báscula de precisión (Weight Indicator con capacidad de 500 Kg) y después en los días 90 y 112 de gestación con la finalidad de obtener un peso correcto en cada etapa.

4.3.2. Consumo de Alimento

El alimento se suministró de acuerdo a la Tabla 4.

Tabla 4: Programa de alimentación general

Animal	Etapa de gestación (días)	Condición corporal	Ración (kg/día)	Energía (kcalEM/d)
Primerizas	3 - 100		2.20	6480
	101 - 115		3.20	9410
Parto 2 en adelante	3 - 100	Adecuada	2.45	7220
	101 - 115		3.45	10130
	3 - 35	Delgada	3.15	9250
	36 - 100		2.45	7220
	101 - 115		3.45	10130
	3 - 100	Obesa	2.20	6480
	101 - 115		3.20	9420

Dieta con 2.94 Mcal de EM/kg; días 0 – 3: 2.20 Kg para todas las cerdas

Fuente: Borbolla, (2011)

4.3.3. Manejo del lechón

La adecuada atención del parto de la cerda demanda de principal atención a los lechones para asegurar su viabilidad y adecuado calostroamiento (Mainau, Temple., 2015:

- Secado inmediato para retirar restos de membranas fetales (polvo secante)
- Limpieza de las fosas nasales (constatar que el lechón respire).
- Hemostasia, corte y desinfección del ombligo (yodo).
- Descolmillado.
- Colocarlos en una zona desinfectada y térmica (lámpara de calor).
- Recorte de colas (tijera corta cola de lechones eléctrico).
- Pesaje de lechones.
- Calostroamiento de lechones (dependiente del peso) (Varley., 1995.

4.3.4. Variables evaluadas

4.3.5. Índice de Conversión

Fue un parámetro calculado de forma quincenal y de forma acumulada, el mismo se obtiene al dividir el alimento total consumido para el peso final obtenido.

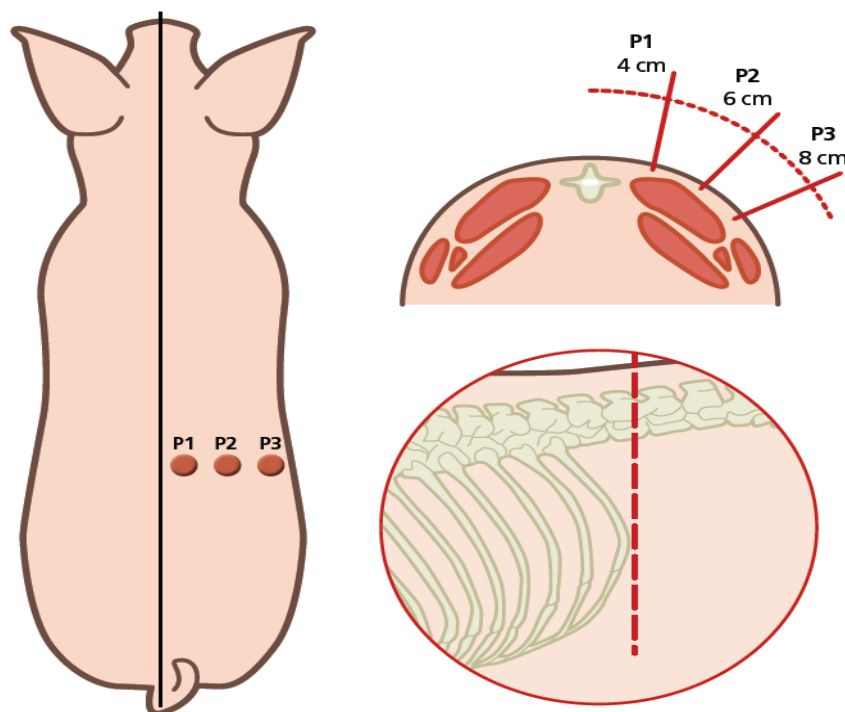
$$IC = \text{Consumo acumulado de alimento (Kg)} / \text{Peso vivo (Kg)}$$

4.3.6. Espesor de Grasa Dorsal

La medición de la grasa dorsal se realizó al día 60, 90 y 112 de gestación, para lo cual se utilizó un instroscopio marca RENCO® (Anexo 4 y 5) que permite medir el espesor de grasa. El procedimiento utilizado para la medición se detalla a continuación Quintero y Russi, (2010):

1. Identificar la última y penúltima costilla
2. Ubicar el punto P2, a una distancia de 5 – 6 cm de la columna vertebral (Figura 4)
3. En la zona determinada colocar gel para ultrasonografía.
4. Situar la sonda de forma perpendicular, con ligera presión para eliminar las burbujas que se pueden formar entre la sonda y la piel.
5. Realizar la lectura y registrar.

Figura 3. Parte dorsal de la cerda y la relación a la ubicación del punto P2.



Fuente. Rodríguez-Estévez, (2010)

4.3.7. Condición Corporal

Se valoró la condición corporal de forma quincenal con la finalidad de apreciar el estado nutricional y determinar el nivel de reservas corporales de las unidades

experimentales, para lo cual se utilizó el “Precisor Premex®” (Figura 4 y Anexo 6) que es un calibrador del cuerpo de la cerda (Knauer y Baitinger, 2015) y es una herramienta de apoyo con el propósito de eliminar la subjetividad de la puntuación visual (Premexcorp., 2016);

Metodología utilizada:

1. Ubicar el punto donde se sitúa la última costilla, mediante palpación.
2. Trazar una línea hacia el dorso del animal punto de referencia para el precisor.
3. Colocar el precisor en el dorso del animal sin realizar presión.
4. Realizar la lectura que ofrece el equipo

Figura 4: Condición corporal de las cerdas



Fuente: Faccenda (2015)

4.3.8. Parámetros Reproductivos

Una vez concluido el parto y de haber atendido de forma correcta al lechón, se registró los siguientes parámetros: lechones nacidos vivos, muertos y momificados y peso de cada lechón (Anexo 7 y 8) para calcular la biomasa y peso promedio de los lechones al nacimiento de acuerdo a cada tratamiento, los datos tomados se registraron en una hoja de Excel para su posterior tabulación.

4.3.9. Recolección de Calostro

Durante la labor de parto se procedió a la toma de calostro, para ello se tomó en cuenta las normas de asepsia de la ubre y la muestra se recogió directamente en frascos estériles una cantidad de 100 - 150 mL (Anexo 9), se recolectaron en

total de 10 muestras, 5 por cada tratamiento, de las cuales se evaluó: densidad, sólidos totales, grasa, proteína, cenizas, calcio y fósforo. Antes de enviar las muestras al laboratorio SETLAB, se decidió identificarlas y congelarlas con el propósito de conservar y prevenir una alteración de los parámetros antes mencionados (Anexo 10).

4.3.10. Variables Sanguíneas

La extracción de la muestra de sangre se realizó mediante punción cardiaca (vena cava anterior o aurícula) en lechones al segundo día de nacidos (Anexo 11), el lechón seleccionado se encontraba dentro del promedio de la unidad experimental. Se tomó un total de 10 muestras de sangre, 5 de cada tratamiento y se enviaron al laboratorio BIOTEST en tubos de tapa lila con EDTA, el transporte de la muestra se realizó de forma inmediata luego de la toma cuidando siempre la cadena de frío, los parámetros evaluados fueron: nivel de hemoglobina, hematocrito, glóbulos rojos y volumen corpuscular medio, los valores de referencia en lechones lo observamos en la Tabla 6.

Tabla 5: Valores hematológicos normales y anémicos en lechones

	Normal	Anémico
Hemoglobina (g/l)	120	50
Hematocrito (%)	35	17
Eritrocitos ($\times 10^6/\text{mm}^3$)	5	3
Tamaño de eritrocito (micras cubicas)	70	55
Concentración de hemoglobina en eritrocitos (%)	35	30

Fuente: (A Quiles y Hevia, 2016)

4.3.11. Recuperación de Enzimas

Con la finalidad de evaluar el aporte de la enzima exógena Optiphos en la dieta, se tomó muestras aleatorizadas del alimento formulado hasta ajustar 0.5 Kg la misma fue enviada al laboratorio BIOVET Laboratory for Feed Analysis perteneciente a HUVEPHARMA, los resultados se presentan en el Anexo 12.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Peso Corporal y Ganancia de Peso

Las variables estudiadas peso corporal y la ganancia de peso se muestran en la Tabla 7, donde a lo largo de la ejecución del experimento se observa que no hubo un efecto positivo de la adición de superdosis de fitasa sobre las variables estudiadas, al valorar la ganancia de peso de cada tratamiento en las diferentes etapas (38,06 vs 37,56) se denota un efecto positivo (26.66 vs 29) durante el último tercio de gestación. En una investigación realizada por Kemme, Radcliffe, Jongbloed, y Mroz, (1997) probaron dos dietas experimentales; una con deficiencia de fósforo y otra con 400 FTU de fitasa, donde mencionan que los tratamientos dietéticos no afectaron el peso de la cerda.

Tabla 6. Efecto de la superdosis de fitasa sobre el peso corporal de la cerda (Kg)

Variables	T1	T2	Sig.	Error estándar	CV (%)
Peso 60 días	228,13	220,56	0,885	3,26	5,8
Peso 90 días	240,38	231,38	0,049	2,23	3,8
Peso 112 días	265,63	258,50	0,608	2,14	3,3
Ganancia de peso 60-90	10,94	8,19	0,978	1,03	43,5
Ganancia de peso 91-112	26,63	29,00	0,977	1,19	17,2
Ganancia de peso Total	38,06	37,56	0,695	1,39	14,7

En la etapa de gestación de la cerda, ocurre un fenómeno llamado anabolismo gestacional el cual permite a la cerda aprovechar de mejor forma el alimento para ganar peso y guardar energía, proteína, vitaminas y minerales que serán aprovechados en la etapa de lactancia, de esta forma la pérdida de peso será proporcional al ganado durante la gestación (Lázaro, Carcelén, Torres, & Ara, 2005), por este motivo es recomendable utilizar raciones con un contenido mayor de nutrientes antes de aumentar la ración en la etapa final de la gestación, porque ayuda a reducir el síndrome de hipofagia periparto y permite un adecuado aporte de nutrientes en el último tercio de gestación, etapa que se caracteriza por un mayor desarrollo fetal e inicio del proceso de mamogénesis y lactogénesis (Moreno y Martínez, 2002; Barrera Sandoval, 2017). Situación que determina la

mayor ganancia de peso en el último tercio de gestación (26,6 Kg vs 29 Kg) y menor IC durante la realización de esta investigación (2,58 vs 2,38).

5.2. Consumo de Alimento e Índice de Conversión

Al evaluar el consumo de alimento quincenal y acumulado en la presente investigación no presentó diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ($p>0.05$) Tabla 8, debido a que el alimento se estandarizó en un consumo de 2 a 3 Kg/día dependiendo la CC de la cerda y la etapa de gestación. La dieta se formuló para cubrir los requerimientos nutricionales de la cerda gestante más la adición de los diferentes niveles de fitasas y al contrastar estas dietas con la ganancia de peso para obtener el índice de conversión no se observó diferencias significativas entre tratamientos ($p>0.05$).

Al analizar el consumo de alimento durante los 30 primeros días de la investigación (53,88 vs 54,25) se muestra un IC mayor (5,28 vs 8,64) al de los últimos 24 días, lo que establece un menor IC durante el último tercio de gestación (2,59 vs 2,38) periodo que se caracteriza por el mayor requerimiento nutricional para un adecuado desarrollo fetal. En un estudio realizado por Jongbloed y col., (2013) evalúa la eficiencia de la enzima OptiPhos® a diferentes concentraciones (125, 250 y 1,000 FTU) y su efecto sobre la digestibilidad de minerales, ganancia diaria de peso e ingesta de alimento promedio (634 g y 2.85 Kg) y concluyen que los diferentes tratamientos no presentan diferencia estadística.

Tabla 7. Efecto de la superdosis de fitasa sobre el consumo de alimento e índice de conversión en la cerda

Variables	T1	T2	Sig.	Error estándar	CV (%)
Consumo de alimento 60-90	53,88	54,25	0,501	1,53	11,00
Consumo de alimento 91-112	66,00	67,13	0,421	0,88	5,28
Consumo de alimento Total	119,88	121,13	0,343	2,20	0,07304
Índice de Conversión 60-90	5,28	8,64	0,061	1,19	68,86
Índice de Conversión 91-112	2,59	2,38	0,361	0,09	15,08
Índice de Conversión Total	3,21	3,25	0,293	0,13	16,12

5.3. Espesor de la Grasa Dorsal

El nivel de grasa dorsal se evaluó en el punto P2 de la cerda en el día 60, 75, 90, 100 y 112 de gestación Tabla 9, los valores recopilados no presentan diferencia significativa entre el tratamiento control y la superdosis de fitasa sobre el espesor de grasa dorsal a lo largo del experimento. Por lo tanto al haber obtenido un nivel de grasa dorsal de 17,2 vs 16,4 al final de la gestación no demuestra un efecto positivo de las enzimas fitasas en la nutrición de cerdas gestantes. Los resultados mencionados anteriormente fueron similares a los reportados por Young y col., (2014) quienes concluyen que el peso corporal, nivel de grasa dorsal de la cerda y tamaño de la camada no presentan diferencia estadística al reducir el nivel de fósforo inorgánico de la dieta o al suplementarle concomitantemente con enzimas fitasas.

Tabla 8. Efecto de la superdosis de fitasa sobre el nivel de grasa dorsal de la cerda

Variables	T1	T2	Sig.	Error estándar	CV (%)
Grasa dorsal 60 días	15,6	14,4	0,397	0,40	12,04
Grasa dorsal 75 días	16,3	15,0	0,770	0,45	12,99
Grasa dorsal 90 días	15,4	14,9	0,108	0,41	11,97
Grasa dorsal 100 días	16,2	16,2	0,856	0,47	12,91
Grasa dorsal 112 días	17,2	16,4	0,52	0,51	13,46

5.4. Condición Corporal y Días de Gestación

Se evaluó la condición corporal de todas las unidades experimentales donde al analizar los resultados (Tabla 10), no se evidencia diferencia significativa entre tratamientos, llegando a la conclusión que suplementar enzimas fitasas de origen bacteriano en la dieta de gestación ayuda a la cerda a mantener una CC adecuada (3,5 vs 3,4). La variable duración de la gestación no presentó diferencia estadística y se mantienen dentro del rango 114 ± 3 días valor normal de gestación para esta especie (Martin, Franco, y Villarreal, 2015).

Tabla 9. Efecto de la superdosis de fitasa sobre la condición corporal y los días de gestación

Variables	T1	T2	Sig.	Error estándar	CV (%)
Condición Corporal 60 días	3,35	3,175	0,957	0,09332	0,12792
Condición Corporal 75 días	3,3	3,35	0,099	0,09266	0,12462
Condición Corporal 90 días	3,4	3,4	0,088	0,07566	0,09951
Condición Corporal 100 días	3,45	3,45	0,477	0,07609	0,09863
Condición Corporal 112 días	3,575	3,475	0,76	0,07001	0,08882
Días de Gestación	114,5	114,8	0,281	0,24360	0,0095

5.5. Parámetros reproductivos

Los datos obtenidos acerca del número de lechones nacidos (vivos, muertos, momificados) (Tabla 11) no tuvieron efecto positivo al adicionar una superdosis de fitasa de origen bacteriano en la dieta de cerdas gestante, pero si existe una diferencia numérica donde se aprecia que la superdosis reduce el número de lechones nacidos muertos (1,4 vs 0,9), similares resultados fueron reportados por (Manu, Pangen, Wilcock, y Baidoo, 2018) quienes evaluaron el efecto de una superdosis de fitasa de *Escherichia Coli* modificada y concluyen a favor del potencial de la superdosis para reducir la mortalidad neonatal de los lechones.

Tabla 10. Efecto de la superdosis de fitasa sobre el número de lechones vivos, muertos, momias y descarte

Variables	T1	T2	Sig.	Error estándar	CV (%)
Lechones vivos	13,5	13	0,308	0,65645	0,22156
Lechones viables	13,1	12,2	0,641	0,57251	0,20239
Lechones descarte	0,4	0,8	0,164	0,18353	1,36797
Lechones muertos	1,4	0,9	0,648	0,30153	1,17259
Lechones momias	0,7	0,7	0,527	0,20647	1,31911
Lechones totales	15,6	14,6	0,591	0,76054	0,22524

El número de lechones viables obtenido por tratamiento (13,1 vs 12,2), es un indicador óptimo de mayor ganancia de peso de la camada al nacimiento, este efecto se refleja debido al reducido número de lechones eliminados por bajo peso (0,4 vs 0,8). En contraste un estudio realizado Baidoo y col., (2003) mencionan

que un nivel bajo de suplementación de fitasa (300 FTU) aumenta inexplicablemente el tamaño y peso de la camada al nacer y disminuye cuando las cerdas fueron alimentadas con un nivel más alto. De igual forma, Grela y col., (2010) informaron un mayor número de cerdos vivos y destetados al suplementar la dieta con fitasa (500 FTU/Kg con bajo contenido de fósforo) y un mayor peso de la camada al nacer entre grupos suplementados con un nivel alto de fósforo y otro grupo con bajo nivel de fósforo más la adición de fitasa.

La variable peso al nacimiento de los lechones se presenta en la Tabla 12, donde se observa que no existe diferencia estadística entre el tratamiento control y la superdosis; se obtuvo un peso promedio de 1,31 Kg en los dos tratamientos, peso adecuado para un óptimo desarrollo del lechón recién nacido y que se ubica por encima de la media registrada de cerdas hiperprolíficas 1,25Kg. En un estudio realizado por Quintero y Russi, (2010) analizaron la correlación entre el nivel de grasa dorsal y el número de lechones nacidos vivos, muertos y el peso registrado al momento del parto, en diferentes líneas híbridas y puras de hembras porcinas llegando a determinar que el espesor de grasa dorsal no influye de forma directa sobre el número de lechones al nacimiento, ni tampoco sobre el peso, de esta manera se estableció que a mayor tamaño de la camada menor es el peso de los lechones al nacimiento, debido a que el flujo sanguíneo uterino se reduce en gestaciones de camadas numerosas, por ende el feto recibe un menor aporte de nutrientes, factor principal que influye para concebir lechones de bajo peso al nacimiento.

Tabla 11. Efecto de la superdosis de fitasa sobre el peso al nacimiento de los lechones

Variables	T1	T2	Sig.	Error estándar	CV (%)
Peso nacimiento total	1,31	1,31	0,788	0,05	16,56
Biomasa nacimiento total	17,79	16,61	0,993	0,64	16,56
Peso nacimiento viables	1,33	1,34	0,447	0,05	15,86
Biomasa nacimiento viables	17,58	16,10	0,93	0,62	16,35
Peso nacimiento viables	1,30	1,32	0,852	0,02	22,80

5.6. Análisis de Calostro

El análisis de la composición química del calostro que se obtuvo en esta investigación de muestra en la Tabla 13, donde el tratamiento control y la superdosis no muestran diferencia estadística, pero existe un aumento de los sólidos totales ($P < 0,05$) a favor de la superdosis y reducción de la humedad, efecto deseable para un mayor aporte de nutrientes, carbohidratos, minerales, vitaminas e inmunoglobulinas para el lechón durante las primeras 24 horas donde existe una mayor permeabilidad del intestino.

Tabla 12. Efecto de la superdosis de fitasa sobre la composición química del calostro de la cerda

Variables	T1	T2	Sig.	Error estándar	CV (%)
% H	74,60	70,35	0,037	1,10	4,80
% ST	25,40	29,65	0,037	1,10	12,65
% SNG	18,36	22,43	0,839	1,07	16,57
% PC	15,99	16,04	0,328	0,46	9,15
% G	7,036	7,22	0,100	0,06	2,76
% Cz	0,826	0,95	0,495	0,05	18,64
% Ca	0,069	0,07	0,305	0,00	13,59
% P	0,099	0,10	0,295	0,00	3,24
Fe ppm	2,08	2,08	0,69	0,03	5,26
D g/ml	1,02	1,01	0,624	0,00	1,25
pH	6,96	7,06	1,00	0,02	1,05

H: humedad; ST: sólidos totales; SNG: sólidos no grasos; PC: proteína; G: grasa; Cz: cenizas; D: densidad

Al contrastar el nivel de grasa del calostro se denota una tendencia estadística positiva a favor de la superdosis (7,036 vs 7,22) efecto deseable ya que de esta forma se aporta un mayor porcentaje de kilocalorías de energía a través del calostro para el lechón. En un estudio realizado por Sun y col., (2019), quienes evaluaron el efecto de una dieta en cerdas gestantes a base de maíz y pasta de soya suplementada con resveratrol, sobre la composición láctea de la cerda, determinaron valores inferiores en: sólidos totales del calostro (24,85%) y grasa (4,26%), y valores superiores de proteína (18,74%) en comparación a los resultados obtenidos de nuestro estudio; lo que se puede explicar por las



variaciones propias de la genética, medio ambiente y composición nutricional de las dietas.

En un estudio de Hurley, (2015), ha determinado que la composición de la dieta de gestación afecta el calostro o el contenido de lactosa debido a la suplementación en la dieta de energía en forma de aceites, por este motivo estudios realizados por Quesnel, Farmer, y Theil, (2015) indican que el rendimiento del calostro de la cerda es un factor limitante para la supervivencia de los lechones días después del nacimiento y para la salud y crecimiento de los mismos hasta el destete, por ello la nutrición de la cerda durante la gestación tardía es de gran importancia para un adecuado rendimiento del calostro durante las 24 horas siguientes al parto.

5.7. Variables Sanguíneas

Estudios realizados con anterioridad por Cooper, Moraes, Murray, y Owens, (2014) para establecer el perfil hematológico de cerdas gestantes en la producción porcina lo realizaron con la finalidad de hacer el análisis sanguíneo una prueba complementaria útil para el diagnóstico de enfermedades, determinando valores serológicos de Hto (%) = $32,59 \pm 4,79$, Hematíes = 5712178 ± 642236 , Hb(g/dL) = $10,98 \pm 1,44$ y VCM (fL) = $56,89 \pm 10,22$ para cerdas en su última etapa de gestación y para lechones valores de; Hto (%) = $33,32 \pm 4,24$, Hematíes = $6,15 \pm 0.664057$, Hb (g/dL) = $11,33 \pm 1,03$ y VCM (fL) = $54,42 \pm 6,78$, la mayoría de estos registros contrastados con los de las Tablas 14 y 15 del desarrollo del presente trabajo se puede afirmar que son valores que se encuentran dentro de los rangos fisiológicos no encontrando diferencia estadística entre los datos obtenidos del tratamiento control y la superdosis.

Tabla 13. Efecto de la superdosis de fitasa sobre el hematocrito de lechones al segundo día de nacidos

Variables	T1	T2	Sig.	Error	CV (%)
				estándar	
Hematíes (x 10⁵/mm³)	3.7	3.5	0,687	166720,21	14,28
Hematocrito (%)	35,40	33,60	0,687	1,56	14,28
Hemoglobina (g/l)	120	113	0,667	0,53	14,38
Volumen Corpuscular Medio (fL)	90,34	89,52	0,183	1,06	3,74

Tabla 14. Efecto de la superdosis de fitasa sobre el hematocrito de las cerdas después del parto

Variables	T1	T2	Sig.	Error	CV (%)
				estándar	
Hematíes (x 10⁵/mm³)	3.3	3.2	0,35	104815,00	9,97
Hematocrito (%)	31,20	30,80	0,345	0,98	9,97
Hemoglobina (g/l)	105	104	0,36	0,32	9,69
Volumen Corpuscular Medio (fL)	89,38	89,00	0,67	0,79	2,81



6. CONCLUSIONES

La aplicación de fitasas en la dieta de cerdas en gestación y su efecto sobre las variables de producción; consumo de alimento, ganancia de peso, grasa dorsal no mostraron diferencias ($P>0,05$); el índice de conversión en el último tercio de gestación fue mejor en el T2 (2,38).

No existió un resultado significativo de la superdosis de fitasa bacteriana sobre el nivel de grasa dorsal y su efecto sobre el número de lechones nacidos vivos, momificados, peso al nacer y la biomasa total ($P>0,05$).

La superdosis de fitasa sobre la composición química del calostro mostro un aumento ($P<0.05$) de solidos totales en los animales de T2 (29,6) con respecto a los demás.

Los niveles de hematocrito (HB) en los lechones al segundo día de nacidos no expresaron diferencias ($P>0,05$), es decir la aplicación de superdosis de fitasa en la dieta no altera los valores hematológicos normales permitiendo mantener un lechón saludable.



7. RECOMENDACIONES

La presente investigación es un punto de partida para realizar investigaciones del efecto de la fitasa microbiana a diferentes niveles de inclusión en la dieta y aclarar el efecto de la sobredosificación durante la gestación y su efecto sobre el nivel de grasa dorsal, tamaño y rendimiento de la camada al nacimiento.

Desafiar a las unidades experimentales a dietas que en su formulación no contenga enzimas exógenas, con el propósito de evaluar el efecto de estas dietas sobre los parámetros productivos y reproductivos.

Con el propósito de evaluar la sobredosificación de fitasa y su efecto sobre la composición química del calostro se debería realizar un análisis de inmunoglobulinas y aportes de *myo*-inositol.



8. BIBLIOGRAFÍA

- Baidoo, S. K., Yang, Q. M., & Walker, R. D. (2003a). Effects of phytase on apparent digestibility of organic phosphorus and nutrients in maize–soya bean meal based diets for sows. *Animal Feed Science and Technology*, 104(1–4), 133–141. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(02\)00334-6](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(02)00334-6)
- Baidoo, S. K., Yang, Q. M., & Walker, R. D. (2003b). Effects of phytase on apparent digestibility of organic phosphorus and nutrients in maize–soya bean meal based diets for sows. *Animal Feed Science and Technology*, 104(1–4), 133–141. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(02\)00334-6](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(02)00334-6)
- Barrera Sandoval, R. A. (2017). *Relación entre el consumo voluntario de alimento y la concentración de leptina, insulina, glucosa, triglicéridos y depósito de grasa dorsal en cerdas post parto*. Universidad Central del Ecuador. Retrieved from <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/9831/1/T-UCE-0025-0012-2017.pdf>
- Bedford, M. (2016). Phytase Superdosing - Where are the benefits coming from? Retrieved May 9, 2019, from <https://www.abvista.com/Products/Quantum-Blue/Benefits-of-superdosing.aspx>
- Bikker, P., & Blok, M. C. (2017). *Phosphorus and calcium requirements of growing pigs and sows*. Wageningen. <https://doi.org/10.18174/424780>
- Collell, M. (2008). Alimentation de la truie en gestation. Retrieved October 5, 2018, from https://www.3trois3.com/articles/alimentation-de-la-truie-en-gestation_658/
- Cools, A., Maes, D., Decaluwé, R., Buyse, J., van Kempen, T. A., & Janssens, G. P. (2013). Peripartum changes in orexigenic and anorexigenic hormones in relation to back fat thickness and feeding strategy of sows. *Domestic Animal Endocrinology*, 45(1), 22–27. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2013.04.003>
- Cooper, C. A., Moraes, L. E., Murray, J. D., & Owens, S. D. (2014). Hematologic and biochemical reference intervals for specific pathogen free 6-week-old Hampshire-Yorkshire crossbred pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 5(1), 5. <https://doi.org/10.1186/2049-1891-5-5>



- Cordero, G., & Doeschate, R. (2016). Superdosing: A chance to unlock gains in swine. Retrieved October 10, 2018, from <https://www.pigprogress.net/Finishers/Articles/20141/2/Superdosing-A-chance-to-unlock-gains-in-swine-1436152W/>
- Cowieson, A. J., Bedford, M., & Wyatt, C. L. (2013). Mechanisms involved in superdosing phytase. Retrieved October 10, 2018, from <https://www.feedstuffs.com/story-mechanisms-involved-superdosing-phytase-53-99837>
- Cowieson, A. J., Ruckebusch, J.-P., Sorbara, J. O. B., Wilson, J. W., Guggenbuhl, P., Tanadini, L., & Roos, F. F. (2017). A systematic view on the effect of microbial phytase on ileal amino acid digestibility in pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 231, 138–149. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.07.007>
- Cowieson, A. J., Ruckebusch, J. P., Knap, I., Guggenbuhl, P., & Fru-Nji, F. (2016). Phytate-free nutrition: A new paradigm in monogastric animal production. *Animal Feed Science and Technology*, 222, 180–189. <https://doi.org/10.1016/J.ANIFEEDSCI.2016.10.016>
- dos Santos, T. ., Srinongkote, S., Bedford, M. R., & Walk, C. L. (2012). Effect of High Phytase Inclusion Rates on Performance of Broilers Fed Diets Not Severely Limited in Available Phosphorus. *Asian-Aust. J Anim. Sci.*, 26, 227–232. <https://doi.org/10.5713/ajas.2012.12445>
- Durán, R., & Rico, G. (2013). Aumentando la longevidad de las cerdas - Un enfoque nutricional. Retrieved March 7, 2018, from <https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/aumentando-longevidad-cerdas-enfoque-t29953.htm>
- Elizalde, A. deDios, Porrilla, Y., & Chaparro, D. C. (2009, July 1). FACTORES ANTINUTRICIONALES EN SEMILLAS. *UNIVERSIDAD DEL CAUCA*, 7(1), 45–54. Retrieved from <http://revistabiotecnologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/biotecnologia/article/view/106/87>
- Goñi, D., Bártoli, F., Cáceres, G., & Gianfelicci, M. (2006). *NUTRICIÓN DE LA*



CERDA DURANTE LA GESTACIÓN. Retrieved from www.produccion-animal.com.ar

- Greiner, R. (2017). Activity of *Escherichia coli*, *Aspergillus niger*, and Rye Phytase toward Partially Phosphorylated myo-Inositol Phosphates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65(44), 9603–9607. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b03897>
- Guggenbuhl, P., Calvo, E. P., & Fru, F. (2016). Effects of dietary doses of three phytases on performance in pigs. *Journal of Animal Science*, 94(suppl_3), 286–288. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-9806>
- Holloway, C. L. (2016). *Impact of super-dosing phytase on growth performance, energy and nutrient utilization and phytate breakdown*. Iowa States University. Retrieved from <http://lib.dr.iastate.edu/etd>
- Humer, E., Schwarz, C., & Schedle, K. (2015). Phytate in pig and poultry nutrition. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 99(4), 605–625. <https://doi.org/10.1111/jpn.12258>
- Hurley, W. L. (2015). Composition of sow colostrum and milk. In *The gestating and lactating sow* (pp. 193–230). The Netherlands: Wageningen Academic Publishers. https://doi.org/10.3920/978-90-8686-803-2_9
- Iwasawa, T., Young, M. G., Keegan, T. P., & Tokach, M. D. (2004). Comparison of heart girth or flank-to-flank measurements for predicting sow weight. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*, 17–22. <https://doi.org/10.4148/2378-5977.6940>
- Jang, Y. D., Lindemann, M. D., van Heugten, E., Jones, R. D., Kim, B. G., Maxwell, C. V., & Radcliffe, J. S. (2014). Effects of phytase supplementation on reproductive performance, apparent total tract digestibility of Ca and P and bone characteristics in gestating and lactating sows. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 27(3), 178–193. Retrieved from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-06902014000300004
- Jondreville, C., & Dourmad, J. Y. (2005, July). Le phosphore dans la nutrition des porcs. *Productions Animales*, 18(3), 183–192. Retrieved from



www.evapig.com/IMG/pdf/Jondreville_Dourmad2006-Prod_Anim-2.pdf

Jongbloed, A., Th van Diepen, J. M., Binnendijk, G., Bikker, P., Vereecken, M., & Bierman, K. (2013). *Efficacy of Optiphos TM phytase on mineral digestibility in diets for breeding sows: effect during pregnancy and lactation. Journal of Livestock Science* (Vol. 4). Retrieved from <http://livestockscience.in/wp-content/uploads/2013/01/phytase-sow-netherlands.pdf>

Kemme, P. A., Radcliffe, J. S., Jongbloed, A. W., & Mroz, Z. (1997). The effects of sow parity on digestibility of proximate components and minerals during lactation as influenced by diet and microbial phytase supplementation. *Journal of Animal Science*, 75(8), 2147. <https://doi.org/10.2527/1997.7582147x>

Laird, S., Kühn, I., Wilcock, P., & Miller, H. M. (2016). The effects of phytase on grower pig growth performance and ileal inositol phosphate degradation. *Journal of Animal Science*, 94(suppl_3), 142–145. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-9762>

Langbein, K. B., Woodworth, J. C., Goodband, R. D., Tokach, M. D., Langbein, K., Beth, ;, ... Goodband, R. D. ; (2013). Effects of super-dosing phytase in diets with adequate phosphorus on finishing pig growth performance and carcass characteristics Recommended Citation. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*, 0, 127–131. <https://doi.org/10.4148/2378-5977.7044>

Lázaro, C., Carcelén, F., Torres, M., & Ara, M. (2005). *EFEECTO DE PROBIÓTICOS EN EL ALIMENTO DE MARRANAS SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE LECHONES*. Perú. Retrieved from <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v16n2/a01v16n2.pdf>

Lei, X. G., Weaver, J. D., Mullaney, E., Ullah, A. H., & Azain, M. J. (2013). Phytase, a New Life for an “Old” Enzyme. *Annual Review of Animal Biosciences*, 1(1), 283–309. <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-031412-103717>

López, J. (2008). *La Fitasa en la Nutrición de Cerdos*. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro.” Retrieved from



<http://www.ciap.org.ar/ciap/Sitio/Archivos/fitasaenlanutriciondecerdos.pdf>

- Machado, A. P., Otto, M. A., Bernardi, M. L., Wentz, I., & Bortolozzo, F. P. (2016). Factors influencing colostrum yield by sows. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*, 553–561. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-8326>
- Madrid, J., Martínez, S., López, C., & Hernández, F. (2013). Effect of phytase on nutrient digestibility, mineral utilization and performance in growing pigs. *Livestock Science*, 154(1–3), 144–151. <https://doi.org/10.1016/J.LIVSCI.2013.03.003>
- Manu, H., Pangen, D., Wilcock, P., & Baidoo, S. K. (2018). The Effect of Superdosing Phytase from 109 Days of Gestation through Lactation on Farrowing Duration, Piglet and Sow Performance. *Journal Animal Science*, 96, 148. Retrieved from <https://search.proquest.com/openview/67be7b1b34100d196649c1dc76c4e7cc/1?pq-origsite=gscholar&cbl=49113>
- Martin, A. A., Franco, R. E., & Villarreal, A. O. (2015). *Intra-herd variability of the average duration of pregnancy and its relationship with birth order in sows. Veterinaria argentina* 32 (332). [publisher not identified]. Retrieved from <http://repo-desa.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/1362#>
- Martineau, G.-P., Farmer, C., & Peltoniemi, O. (2012). Mammary system. Wiley Blackwell. Retrieved from <https://researchportal.helsinki.fi/en/publications/mammary-system>
- Miller, Y. J., Collins, A. M., Smits, R. J., Thomson, P. C., & Holyoake, P. K. (2012). Providing supplemental milk to piglets preweaning improves the growth but not survival of gilt progeny compared with sow progeny¹. *Journal of Animal Science*, 90(13), 5078–5085. <https://doi.org/10.2527/jas.2011-4272>
- Moreno, M. J., & Martínez, J. A. (2002, February 17). El tejido adiposo: Órgano de almacenamiento y órgano secretor. *Anales Del Sistema Sanitario de Navarra*, 25(SUPPL. 1), 29–39. Retrieved from <https://recyt.fecyt.es/index.php/ASSN/article/view/5468/4526>
- Murillo G, C., Herradora L, M., & Martinez G, R. (2007). Relación entre la Perdida de Grasa Dorsal de Cerdas Lactantes con el Consumo de Alimento, Tamaño



- de la Camada. *Revista Científica*, XVII, 380–385. Retrieved from <https://cetus1v2.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/28644/art9.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Patience, J., Gould, S., Koehler, D., Corrigan, B., Elsbernd, A., & Holloway, C. (2015). Super-dosed Phytase Improves Rate and Efficiency of Gain in Nursery Pigs. *Animal Industry Report*, 661(1). Retrieved from https://lib.dr.iastate.edu/ans_air/vol661/iss1/98
- Pérez Sala, L. (2017). La salud de la glándula mamaria de la cerda. Retrieved May 26, 2019, from <https://porcino.info/la-salud-la-glandula-mamaria-la-cerda/>
- Poonsuk, K., & Zimmerman, J. (2018). Historical and contemporary aspects of maternal immunity in swine. *Animal Health Research Reviews*, 19(1), 31–45. <https://doi.org/10.1017/S1466252317000123>
- PORCIGRAN. (2019). Manejo del Lechon recién nacido.
- Quesnel, H., Farmer, C., & Theil, P. K. (2015). Colostrum and milk production. In *The gestating and lactating sow* (pp. 173–192). The Netherlands: Wageningen Academic Publishers. https://doi.org/10.3920/978-90-8686-803-2_8
- Quiles, A. (2002). Papel de las Fitassas en la Alimentación Porcina. *Departamento de Producción Animal- Universidad de Murcia*, 42–50. Retrieved from http://axonveterinaria.net/web_axoncomunicacion/crriaysalud/5/cys_5_fitassas.pdf
- Quiles, A., & Hevia, M. L. (2016). *Anemia Ferropénica del Lechón*. Retrieved from https://www.agrovetmarket.com/resources/investigacion_y_desarrollo/articulos_tecnicos/121_anemia_ferropenica_del_lechon_uni_murcia_espanol_b1da8a31c.pdf
- Quintero, J., & Russi, E. (2010). *INFLUENCIA DEL ESPESOR DE GRASA DORSAL SOBRE LOS PARÁMETROS REPRODUCTIVOS EN LÍNEAS HÍBRIDAS Y PURAS DE HEMBRAS PORCINAS EN LA GRANJA LA SARITA EN EL MUNICIPIO DE UBATÉ*. Universidad de la Salle. Retrieved from <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/6395/T13.10>



Q45i.pdf?sequence=1

- Ravindran, V., Morel, P. C., Partridge, G. G., Hruby, M., & Sands, J. S. (2006). Influence of an *Escherichia coli*-Derived Phytase on Nutrient Utilization in Broiler Starters Fed Diets Containing Varying Concentrations of Phytic Acid. *Poultry Science*, 85(1), 82–89. <https://doi.org/10.1093/ps/85.1.82>
- Rodehutsord, M. (2009). Approaches and challenges for evaluating phosphorus sources for poultry. *World Poultry Science Association*, 17th, 2–6. Retrieved from <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20103247182>
- Rodríguez-Estévez, V. (2010). *El anestro y la infertilidad estacional de la cerda*. Servet. Retrieved from <https://razasporcinas.com/pigmarket/producto/el-anestro-y-la-infertilidad-de-la-cerda/>
- Romero, L. S. (2015). Manejo de la Cerda Hiperprolífica, 116, 15–19. Retrieved from [http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Manejo de la cerda hiperprolifca.pdf](http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Manejo%20de%20la%20cerda%20hiperprolif%20ica.pdf)
- Rostagno, S., Teixeira, L., Lopes, J., Gomes, P., Flávia, R., Lopes, D., ... Toledo Barreto, S. (2005). *Composición de Alimentos y Requerimientos Nutricionales*. Retrieved from [http://www.fagro.edu.uy/nutrical/ensenanza/avicultura/Tablas aves y cerdos.pdf](http://www.fagro.edu.uy/nutrical/ensenanza/avicultura/Tablas%20aves%20y%20cerdos.pdf)
- Sánchez T, E., Barrera S, M., Cervantes R, M., Morales T, A., Landero V, J. L., Araiza P, B., & Yáñez H, J. (2011). Digestibilidad de proteína, aminoácidos, fósforo, calcio y energía en dietas sorgo-pasta de soya adicionadas con fitasa en cerdos jóvenes. *Agrociencia*, 45(3), 315–324. Retrieved from <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v45n3/v45n3a5.pdf>
- Selle, P. H., Cowieson, A. J., & Ravindran, V. (2009). Consequences of calcium interactions with phytate and phytase for poultry and pigs. *Livestock Science*, 124(1–3), 126–141. <https://doi.org/10.1016/J.LIVSCI.2009.01.006>
- Selle, P. H., & Ravindran, V. (2008). Phytate-degrading enzymes in pig nutrition. *Livestock Science*, 113(2–3), 99–122. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.05.014>



- She, Y., Li, D., & Zhang, S. (2017). Methodological aspects of determining phosphorus digestibility in swine: A review. *Animal Nutrition*, 3(2), 97–102. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2017.02.003>
- Sun, S., Meng, Q., Luo, Z., Shi, B., Bi, C., & Shan, A. (2019). Effects of dietary resveratrol supplementation during gestation and lactation of sows on milk composition of sows and fat metabolism of sucking piglets. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 103(3), 813–821. <https://doi.org/10.1111/jpn.13064>
- Young, D. J., Lindemann, M. D., Heugten, E. Van, Jones, R. D., Gyun Kim, B., Maxwell V, C., & Radcliffe, S. (2014). *Effects of phytase supplementation on reproductive performance, apparent total tract digestibility of Ca and P and bone characteristics in gestating and lactating sows* ¶. *Rev Colomb Cienc Pecu* (Vol. 27). Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v27n3/v27n3a4.pdf>
- Zeller, E., Schollenberger, M., Kühn, I., & Rodehutschord, M. (2015). Hydrolysis of phytate and formation of inositol phosphate isomers without or with supplemented phytases in different segments of the digestive tract of broilers. *Journal of Nutritional Science*, 4, 1–12. <https://doi.org/10.1017/jns.2014.62>
- Zhao, W., Shahzad, K., Jiang, M., Graugnard, D. E., Rodriguez-Zas, S. L., Luo, J., ... Hurley, W. L. (2013). Bioinformatics and Gene Network Analyses of the Swine Mammary Gland Transcriptome during Late Gestation. *Bioinformatics and Biology Insights*, 7, BBI.S12205. <https://doi.org/10.4137/BBI.S12205>



9. ANEXOS

Anexo 1: Matriz nutricional de la enzima utilizada

PIGS		400 FTU			800 FTU			1200 FTU			1600 FTU		
Nutrient	Unit	Matrix Value (per kg feed)	Fixed dose 100 g/T (per kg product)	Variable dose 0-100 g/T (per kg product)	Matrix Value (per kg feed)	Fixed dose 200 g/T (per kg product)	Variable dose 100-200 g/T (per kg product)	Matrix Value (per kg feed)	Fixed dose 300 g/T (per kg product)	Variable dose 200-300 g/T (per kg product)	Matrix Value (per kg feed)	Fixed dose 400 g/T (per kg product)	Variable dose 300-400 g/T (per kg product)
av. P pigs	g/kg	1.20	12000	12000	1.48	7400	2800	1.70	5667	2200	1.95	4875	2500
dig. P pigs	g/kg	0.96	9600	9600	1.20	6000	2400	1.36	4533	1600	1.56	3900	2000
Ca	g/kg	1.20	12000	12000	1.48	7400	2800	1.70	5667	2200	1.95	4875	2500
Na	g/kg	0.12	1200	1200	0.15	750	300	0.17	567	200	0.17	425	0
Crude Protein	g/kg	2.00	20000	20000	3.00	15000	10000	3.80	12667	8000	4.20	10500	4000
SID Lys	g/kg	0.08	800	800	0.12	600	400	0.15	500	300	0.16	400	100
SID Meth	g/kg	0.03	250	250	0.04	185	120	0.05	167	130	0.05	125	0
SID Cys	g/kg	0.18	1750	1750	0.26	1308	866	0.34	1123	753	0.35	886	175
SID Meth + Cys	g/kg	0.21	2100	2100	0.30	1495	890	0.39	1283	860	0.41	1013	200
SID Threo	g/kg	0.05	500	500	0.08	375	250	0.09	300	150	0.10	250	100
SID Tryp	g/kg	0.03	300	300	0.05	225	150	0.06	200	150	0.06	150	0
SID Gly + Ser	g/kg	0.28	2800	2800	0.42	2093	1386	0.54	1797	1204	0.57	1418	280
SID Arg	g/kg	0.08	800	800	0.12	598	396	0.15	513	344	0.16	405	80
SID Val	g/kg	0.13	1300	1300	0.19	972	644	0.25	834	559	0.26	658	130
SID Isoleuc	g/kg	0.15	1500	1500	0.22	1121	743	0.29	963	645	0.30	759	150
Dig. Energy pigs	MJ/kg	0.040	397	397	0.060	298	199	0.075	251	157	0.082	204	63
Dig. Energy pigs	kCal/kg	9.5	95000	95000	14.25	71250	47500	18	60000	37500	19.5	48750	15000

Optiphos® phytase can be combined in the feed with Hostazym® X.

The releasing value for metabolizable energy (AME) of each enzyme type, should than be applied as 80% of the original



Anexo 2: Ecografía de cerdas en el área de gestación




Anexo 3: Control de peso de las unidades experimentales.



Anexo 4: Registro de campo de las Variables de Producción

REGISTRO DE GESTACIÓN



CERDA:	71714
# PARTO	2
LINEA:	H2POR

#	2
Tratamiento	T1

Inseminación:	23/10/2018
INICIO:	22/12/2018
FINAL:	14/02/2019

NV:	13
NM:	5
Nmm:	
Peso (g)	1010
Días Gestación:	114

	Peso	mm Grasa Dorsal	CC	Observaciones
Inicio				
22/12/2018	206 kg	15 mm	3	2 kg
Quincenal				
5/01/2019	102 cm	15 mm	3	2 kg
Quincenal				
20/01/2019	233 kg	14 mm	3	2.5 kg
Quincenal				
30/01/2019	104 cm	15 mm	3	3 kg
Final				
14/02/2019	255 kg	15 mm	3,25	

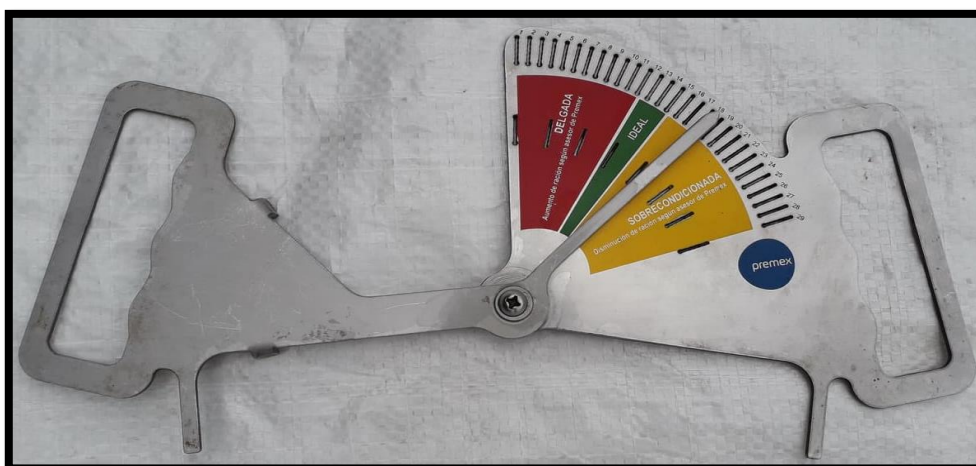
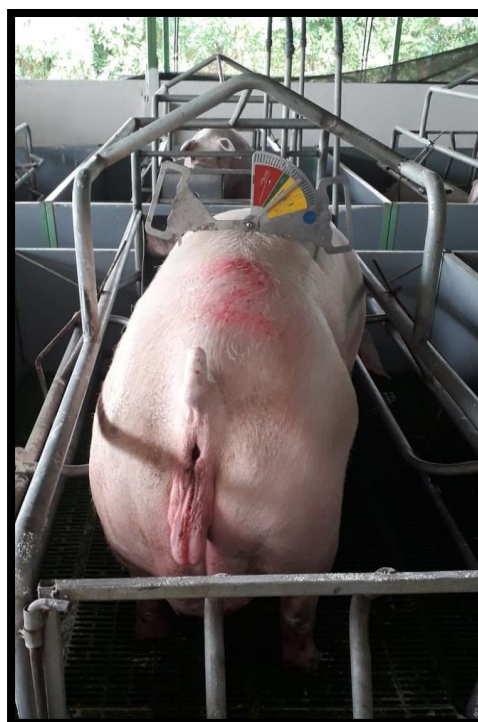
Alimento Consumido	
RACION 60-75:	30 kg
RACION 76-90:	30 kg
RACION 91-100:	25 kg
RACION 101-P:	45 kg
TOTAL 60-P:	130 kg

OBSERVACIONES:

Anexo 5: Control del nivel de grasa dorsal




Anexo 6: Evaluación de la CC en las unidades experimentales



Anexo 7: Registro de campo de las Variables de Reproducción

REGISTRO DE CAMADA



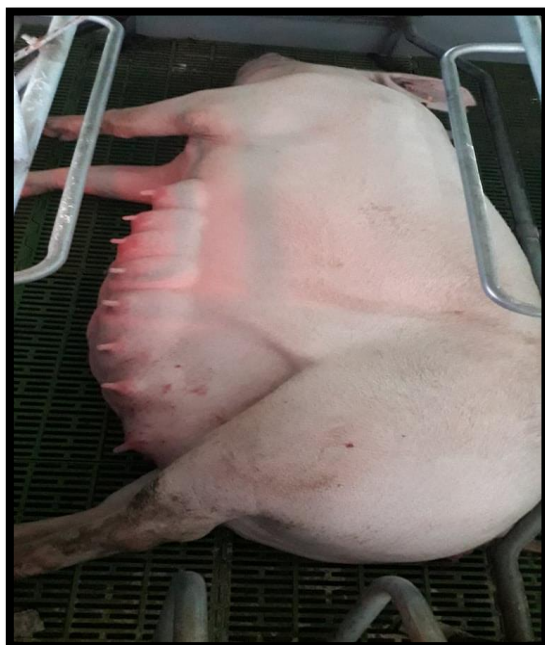
Camada	2003
Identificación	71714
Raza	HYPER
Verraco	LANDRACE
Fech. Parto	15/02/2019

#	
Tratamiento	T1

L. vivos	Viabiles	No viabiles	Pat. Abierta	Descarte	Muertos	Momias	Totales
16	16				9	2	18

Lechon		Pesos		Observaciones
Numero	Sexo	Nacimiento	Destete	
1	H	0,75		
2	H	0,80		
3	H	1		
4	H	1,15		
5	H	1,20		
6	H	1,25		
7	H	1,30		
8	H	1,35		
9	H	1,40		
10	m	0,8		
11	m	1,05		
12	m	1,1		
13	m	1,2		
14	m	1,25		
15	m	1,25		
16	m	1,25		
17				
18				
19				
20				
Total				
Promedio				

Anexo 8: Actividades realizadas durante el parto



Anexo 9: Toma de muestras de Leche





Anexo 10: Reporte de resultados de análisis de leche

REPORTE DE RESULTADOS

Nombre del Solicitante / Name of the Applicant

Atención Dr. Diego Rodriguez

Domicilio / Address

Cuenca

Teléfonos / Telephones

Producto para el que se solicita el Análisis / Product for which the Certification is requested

Leche de cerda

Características del producto / Ratings of the product

Color, Olor y sabor característico

Reporte de Análisis Físico Químico

Descripción	Código	% Humedad	% Sólidos Totales	% SNG*	% Proteína	% Grasa	% Cenizas	% Calcio	% Fósforo	Hierro ppm	Densidad g/ml	pH
71712 testigo M1	Rmp - 5800	67,58	32,42	25,30	18,07	7,12	1,0004	0,0588	0,0891	2,2147	1,0437	7.0
Testigo M2	Rmp - 5801	82,22	17,78	12,14	7,32	5,64	0,9852	0,0512	0,1023	0,8751	1,0273	7.1
Testigo M3	Rmp - 5802	83,54	16,46	10,65	6,93	5,81	0,8534	0,0521	0,1047	0,7824	1,0289	6.9
71205 Testigo M1	Rmp - 5803	72,90	27,10	20,19	16,98	6,91	0,8454	0,0638	0,0932	2,1436	1,0197	6.9
Testigo M2	Rmp - 5804	82,08	17,92	12,25	6,68	5,67	0,8745	0,0622	0,1136	0,8694	1,0337	7.0
Testigo M3	Rmp - 5805	83,86	16,14	10,31	6,61	5,83	0,6839	0,0589	0,1129	0,8469	1,0396	7.1
71719T1/M1	Rmp - 5806	76,92	23,08	16,01	16,36	7,07	0,6833	0,0717	0,1001	2,2771	1,0270	7.0
T1/M2	Rmp - 5807	81,73	18,27	13,04	6,46	5,23	0,6975	0,0652	0,1243	0,8136	1,0080	6.8
T1/M3	Rmp - 5808	80,14	19,86	14,12	6,75	5,74	0,7436	0,0697	0,1221	0,7824	1,0171	6.9
71721T1/M1	Rmp - 5809	73,41	26,59	19,30	16,94	7,29	0,7596	0,0774	0,1024	2,1287	1,0003	7.0
T1/M2	Rmp - 5810	82,89	17,11	11,14	6,80	5,97	0,6713	0,0671	0,1098	0,8431	1,0045	7.1
T1/M3	Rmp - 5811	81,60	18,40	12,99	6,76	5,41	0,6941	0,0695	0,1147	0,7168	1,0109	7.2

- Sólidos no Grasos

Emitido en: Riobamba, el 2 de abril 2019

Ing. Lucía Silva Déley
RESPONSABLE TECNICO

SETLAB
Servicio de Transferencia Tecnológica
y Laboratorios Agropecuarios
Galo Plaza 28 - 55 y Jaime Roldós
032366-764

Dra. Ana Chaffa Moína
ANALISTA QUIMICA



REPORTE DE RESULTADOS

Nombre del Solicitante / Name of the Applicant

Atención Dr. Diego Rodriguez

Domicilio / Address

Teléfonos / Telephones

Cuenca

Producto para el que se solicita el Análisis / Product for which the Certification is requested

Leche de cerda

Características del producto / Ratings of the product

Color, Olor y sabor característico

Reporte de Análisis Físico Químico

Descripción	Código	% Humedad	% Sólidos Totales	% SNG*	% Proteína	% Grasa	% Cenizas	% Calcio	% Fósforo	% Hierro	Densidad g/ml	pH
653T1/M1	Rmp - 5812	72,43	27,57	20,69	15,63	6,88	0,8095	0,0727	0,0986	2,0176	1,0142	7
T1/M2	Rmp - 5813	86,27	13,73	8,72	6,09	5,01	0,8134	0,0692	0,1237	0,7359	1,0167	7
T1/M3	Rmp - 5814	85,24	14,76	9,09	6,58	5,67	0,7736	0,0702	0,1204	0,8439	1,0287	7,1
647 T1/M1	Rmp - 5815	78,15	21,85	15,12	14,04	6,73	0,9505	0,0619	0,0951	2,0493	1,0306	6,9
T1/M2	Rmp - 5816	83,56	16,44	11,43	6,82	5,01	0,8127	0,0581	0,1341	0,831	1,0205	7
T1/M3	Rmp - 5817	85,56	14,44	9,25	6,04	5,19	0,7814	0,0598	0,1287	0,7439	1,0331	7
7107 T1/M1	Rmp - 5818	72,09	27,91	20,70	17,02	7,21	0,9245	0,0636	0,0982	1,9341	1,0347	6,9
T1/M2	Rmp - 5819	83,64	16,36	11,07	7,00	5,29	0,7945	0,0595	0,1142	0,8614	1,0023	7,2
T1/M3	Rmp - 5820	84,66	15,34	9,93	6,91	5,41	0,7812	0,0597	0,1274	0,7439	1,0841	7
641 T1/M1	Rmp - 5821	67,31	32,69	25,33	16,70	7,36	0,834	0,0705	0,1039	1,9736	1,0016	7,1
T1/M2	Rmp - 5822	83,21	16,79	11,65	6,03	5,14	0,8012	0,0675	0,1214	0,7934	1,0310	7
T1/M3	Rmp - 5823	84,76	15,24	10,05	5,95	5,19	0,8423	0,6547	0,1301	0,8136	1,0094	7

*Sólidos no Grasos

Emitido en: Riobamba, el 2 de abril 2019

Ing. Lucía Silva Déley
RESPONSABLE TECNICO

SETLAB
Servicio de Transferencia Tecnológica
y Laboratorios Agropecuarios
Galo Plaza 28 - 55 y Jaime Roldós
032366-764

Dra. Ana Chaffa Molina
ANALISTA QUIMICA



REPORTE DE RESULTADOS

Nombre del Solicitante / Name of the Applicant

Atención Dr. Diego Rodriguez

Domicilio / Address

Cuenca

Teléfonos / Telephones

Producto para el que se solicita el Análisis / Product for which the Certification is requested

Leche de cerda

Características del producto / Ratings of the product

Color, Olor y sabor característico

Reporte de Análisis Físico Químico

Descripción	Código	% Humedad	% Sólidos Totales	% SNG*	% Proteína	% Grasa	% Cenizas	% Calcio	% Fósforo	% Hierro	Densidad g/ml	pH
71621 T1/M1	Rmp - 5824	69,67	30,33	23,27	18,10	7,06	0,9088	0,0593	0,1046	2,0973	1,0222	7
T1/M2	Rmp - 5825	83,24	16,76	11,52	5,71	5,24	0,8796	0,0582	0,1244	0,7391	1,0276	7,1
T1/M3	Rmp - 5826	81,96	18,04	12,87	5,51	5,17	0,8127	0,0579	0,1157	0,6942	1,0369	7,2
71109T2/M1	Rmp - 5827	68,97	31,03	23,83	16,91	7,2	0,7857	0,0749	0,1023	2,1983	1,0069	7
T2/M2	Rmp - 5828	81,96	18,04	12,73	5,61	5,31	0,8137	0,0684	0,1377	0,7914	1,0897	7,1
T2/M3	Rmp - 5829	80,02	19,98	15,09	6,32	4,89	0,7634	0,6948	0,1271	0,8129	1,0223	7,2
629 T2/M1	Rmp - 5830	75,02	24,98	17,69	13,40	7,29	0,9497	0,0619	0,1056	1,9982	1,0297	7,1
T2/M2	Rmp - 5831	85,81	14,19	9,96	6,34	4,23	0,9127	0,0554	0,1463	0,7421	1,0288	7,1
T2/M3	Rmp - 5832	83,36	16,64	11,45	5,93	5,19	0,9014	0,0596	0,1287	0,8735	1,0324	7
71203T2/M1	Rmp - 5833	70,78	29,22	22,03	15,09	7,19	1,2881	0,0913	0,1029	2,1761	1,0097	7,1
T2/M2	Rmp - 5834	84,70	15,30	9,87	6,62	5,43	0,9847	0,0882	0,1364	0,8736	1,0329	7
T2/M3	Rmp - 5835	84,35	15,65	9,78	6,22	5,87	0,9523	0,0902	0,1461	0,7591	1,0259	7

*Sólidos no Grasos

Emitido en: Riobamba, el 2 de abril 2019

Ing. Lucía Silva Déley
RESPONSABLE TECNICO

SETLAB
Servicio de Transferencia Tecnológica
y Laboratorios Agropecuarios
Calle Plaza 28 - 55 y Jaime Roldós
032366-764

Dra. Ana Chaffa Moína
ANALISTA QUÍMICA

Anexo 11: Toma de muestras de sangre en lechones





Anexo 12: Análisis de Recuperación de Fitasa



39, Petar Rakov Str.
4550 Peshtera, Bulgaria
Phone: +359 350 656 19/659 73
Fax: +359 350 656 07/656 36
e-mail: biovet@biovet.com

TO: Huvepharma EOOD
ATTN: Luben Bojkov
RE:
DATE: May 23, 2019

ANALYTICAL REPORT # 7164

Sample type:	Feed
Analysis requested:	Phytase-feed
Sample receipt:	May 09, 2019
Sample sent from:	
Reference:	

Batch No	Expected value, FTU/kg	Results, FTU/kg
Sample 1, Gestacion T1	800	960
Sample 2, Gestacion T2	1800	1 640
Sample 3, Lactacion T1	800	790
Sample 4, Lactacion T2	1800	1 570

Method applied	Phytase assay in feed QCD-FPC-1175-03, Spectrophotometric
LOD	13 FTU/kg
LOQ	32 FTU/kg
Coeff. of Variation	10 %

This document has been electronically generated and is valid without a signature.
The results were issued by the Lab manager and related only to the specified samples. The report was verified by Quality Management Director.